

Leonardo Tullio

(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación

EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Leonardo Tullio

(Organizadores)



Investigación, tecnología e innovación

EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2

Atena
Editora
Año 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Leonardo Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
162	<p>Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas 2 / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0275-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.756222705</p> <p>1. Ciencias agrícolas. I. Tullio, Leonardo (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra “Investigación, tecnología e innovación en ciencias agrícolas” aborda uma apresentação de 23 capítulos em sua grande maioria internacional.

A disseminação de conhecimentos entre países faz da pesquisa algo inédito para a resolução de problemas.

Compreender a visão de demais pesquisadores a nível internacional e nacional traz resultados das mais diversas aplicações a nível de campo, com pesquisas que demonstram o comportamento de pragas ou novas tecnologias que podem ser aplicáveis em diferentes regiões.

Nesta obra podemos relatar experiências na área agrícola, envolvendo o uso de novas técnicas de agricultura, bem como estudos sobre reflexos da pandemia no meio rural.

Também apresenta ao leitor os relatos de pesquisa a nível mundial, que traz sem dúvida o que mais recente está sendo descoberto e relatado, demonstrando ao mundo os resultados inovadores que a pesquisa compartilha neste momento.

Espero assim, que seus conhecimentos vão além-fronteiras e se abram para novas possibilidades através da leitura destes capítulos aqui apresentados.

Boas descobertas.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO


CAPÍTULO 1..... 1

PROTOTIPO DE BIORREACTOR PARA SISTEMAS DE INMERSION TEMPORAL Y AUTOMATIZACIÓN CON SOFTWARE LIBRE

Clara Anabel Arredondo Ramírez

Gregorio Arellano Ostoa

Oziel Lugo Espinosa


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227051>

CAPÍTULO 2..... 14

PRODUCTIVIDAD EN UNA HUERTA DE MANGO HADEN CONTROLADA AUTOMATICAMENTE CON MICRO ASPERSIÓN

Federico Hahn Schlam

Jesús García Martínez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227052>

CAPÍTULO 3..... 24


DESARROLLO DE UNA BOTANA TIPO CHIP A BASE DE BETABEL (BETA VULGARIS L.) BAJO EN GRASA APLICANDO DIFERENTES MÉTODOS DE SECADO

María Andrea Trejo- Márquez

Alma Nohemi Camacho-Franco

Selene Pascual-Bustamante

Alma Adela Lira-Vargas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227053>

CAPÍTULO 4..... 35

CRECIMIENTO DE MUDAS DE *Annona squamosa* L. EM DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO

Angelica Alves Gomes

Matheus Marangon Debastiani

Mariana Pizzato

Samuel Silva Carneiro

Cássia Kathleen Schwengber

Angria Ferreira Donato

Andréa Carvalho da Silva

Adilson Pacheco de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227054>

CAPÍTULO 5..... 63

ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE BIODIGESTORES A ESCALA DOMÉSTICA EN AMÉRICA LATINA A PARTIR DE LA PANDEMIA

Cisneros De La Cueva Sergio

Mejias Brizuela Nildia Yamileth

Paniagua Solar Laura Alicia

San Pedro Cedillo Liliana

Téllez Méndez Nallely

Luna Del Risco Mario Alberto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227055>

CAPÍTULO 6..... 80

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE JITOMATE: CASO DE ESTUDIO AMAZCALA

María Concepción Vega Meza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227056>

CAPÍTULO 7..... 94

IMPACTOS DEL COVID-19 EN LA SALUD DE TRABAJADORES AGRÍCOLAS TEMPORALES MEXICANOS EN ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ

Ofelia Becerril Quintana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227057>

CAPÍTULO 8..... 108

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN CINCO VARIEDADES DE AVENA A DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACIÓN, ORGÁNICA Y MINERAL


Jesús García Pereyra

Sergio de los Santos Villalobos

Rosa Bertha Rubio Graciano

Gabriel N. Aviña Martínez

Fannie Isela Parra Cota

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227058>

CAPÍTULO 9..... 114

Ganaspis brasiliensis COMO ALTERNATIVA DE BIOCONTROLE DE *Drosophila suzukii* NO BRASIL.I. ZONEAMENTO TERRITORIAL DE ÁREAS FAVORÁVEIS

Rafael Mingoti

Maria Conceição Peres Young Pessoa


Jeanne Scardini Marinho-Prado

Bárbara de Oliveira Jacomo

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos

Catarina de Araújo Siqueira

Tainara Gimenes Damaceno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7562227059>

CAPÍTULO 10..... 129

Ganaspis brasiliensis COMO ALTERNATIVA DE BIOCONTROLE DE *Drosophila suzukii* NO BRASIL.II. ESTIMATIVAS DE DESENVOLVIMENTO POR DEMANDAS TÉRMICAS

Maria Conceição Peres Young Pessoa

Rafael Mingoti

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos

Jeanne Scardini Marinho-Prado


Giovanna Galhardo Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270510>

CAPÍTULO 11..... 149

IDENTIFICACIÓN DE *BEGOMOVIRUS* EN CUCURBITÁCEAS Y MALEZAS EN LA REGIÓN LAGUNERA DE COAHUILA Y DURANGO, MÉXICO


Perla Belén Torres-Trujillo
Omar Guadalupe Alvarado-Gómez
Verónica Ávila-Rodríguez
Urbano Nava-Camberos
Ramiro González-Garza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270511>

CAPÍTULO 12..... 159

IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO SERINGAL


Elaine Cristine Piffer Gonçalves
Antônio Lúcio Mello Martins
Marli Dias Mascarenhas Oliveira
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
José Antônio Alberto da Silva
Monica Helena Martins
Maria Teresa Vilela Nogueira Abdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270512>

CAPÍTULO 13..... 174

MEXOIL: NUEVA VARIEDAD DE HIGUERILLA PARA EXTRACCIÓN DE ACEITE INDUSTRIAL DE MALEZA A CULTIVADA


Hernández Martínez Miguel
Medina Cazares Tomas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270513>

CAPÍTULO 14..... 182

MICOSIS EN MASCOTAS DE LA CIUDAD DE PUEBLA, MÉXICO


Espinosa Taxis Alejandra Paula
Avelino Flores Fabiola
Teresita Spezia Mazzocco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270514>

CAPÍTULO 15..... 191

MORFOANATOMIA FOLIAR DE *Hancornia speciosa* GOMEZ (APOCYNACEAE) OCORRENTE NA FAZENDA ÁGUA CRISTALINA, ANÁPOLIS - GO

Robson Lopes Cardoso
Cássia Aparecida Nogueira
Níbia Sales Damasceno Corioletti
Rosemeire Terezinha da Silva
Juliano de Almeida Rabelo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270515>

CAPÍTULO 16.....201

O USO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NA RASTREABILIDADE AGROALIMENTAR

Geneci da Silva Ribeiro Rocha

Letícia de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270516>

CAPÍTULO 17.....214

PROSPECÇÃO DE POTENCIAIS BIOAGENTES PARA CONTROLE DA DROSÓFILA-DA-ASA-MANCHADA

Jeanne Scardini Marinho-Prado


Maria Conceição Peres Young Pessoa

Janaína Beatriz Aparecida Borges

Beatriz Giordano Aguiar Paranhos

Rafael Mingoti

Giovanna Galhardo Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270517>

CAPÍTULO 18.....227

TIERRA DE DIATOMEAS: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA PROTECCIÓN DE MAIZ ALMACENADO

Loya Ramírez José Guadalupe

Beltrán Morales Félix Alfredo

Zamora Salgado Sergio

Ruiz Espinoza Francisco Higinio

Navejas Jiménez Jesús

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270518>

CAPÍTULO 19.....232

PRACTICAS PROFESIONALES COMO UNIDAD DE APRENDIZAJE

Bárbara Beatriz Rodríguez Guerrero

Citlalli Hernández Ortega

Elizabet Rojas Márquez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270519>

CAPÍTULO 20.....239

ESCALANDO LA AGROECOLOGÍA: ESCUELA DE PENSAMIENTOS AGROECOLÓGICOS

Angela Maria Londoño M.


Judith Rodríguez S.




Alexander Hurtado L.

Marina Sánchez de Prager

Johana Stephany Muñoz C.

Elsa Maria Guetocüe L.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270520>

CAPÍTULO 21.....	254
LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN EL SECTOR RURAL: UNA EVALUACIÓN DESDE EL PLAN DE INTEGRACIÓN DE COMPONENTES CURRICULARES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ANTONIO GALÁN	
Nohemí Gutiérrez	
Linny Brillid Aldana Díaz	
Lady Bell Martínez Cepeda	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270521	
CAPÍTULO 22.....	275
PRESENCIA DE <i>Diaphorina citri</i> VECTOR DEL HUANGLONGBING (HLB) EN EL ESTADO DE VERACRUZ: UNA REVISIÓN	
Benito Hernández-Castellanos	
Julio César Castañeda-Ortega	
Araceli Flores-Aguilar	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270522	
CAPÍTULO 23.....	284
ZEÓLITO E A FERTILIZAÇÃO DE CULTIVOS AGRÍCOLAS DE SEQUEIRO. CONSTRUÇÃO DE UMA POLÍTICA PÚBLICA PARA O MUNICÍPIO DE SAN DAMIÃO TEXOLOC, TLAXCALA	
Andrés María Ramírez	
Gerardo Juárez Hernández	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75622270523	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	295
ÍNDICE REMISSIVO.....	296

CAPÍTULO 2

PRODUCTIVIDAD EN UNA HUERTA DE MANGO HADEN CONTROLADA AUTOMATICAMENTE CON MICRO ASPERSIÓN

Data de aceite: 02/05/2022

Federico Hahn Schlam

Departamento Irrigación. Universidad
Autónoma Chapingo
Chapingo, Estado de México

Jesús García Martínez

Departamento Irrigación. Universidad
Autónoma Chapingo
Chapingo, Estado de México

RESUMEN: México es el primer exportador de mango a nivel mundial y produce fruta de alta calidad. Una huerta de mango variedad Haden, se regó mediante un sistema automático de micro-aspersión colocado entre las hileras de árboles. Grupos de micro-aspersores se colocaron en los extremos de la corona de árbol y el riego se aplicó cada dos días por periodos de media hora. El estudio analizó el efecto del regar cada árbol con 2, 3 o 4 micro-aspersores obteniéndose el rendimiento, firmeza, contenido de sólidos solubles, acidez y peso de los frutos por árbol. Al no tener los arboles la misma morfología y características biológicas, se presentaron cambios en el rendimiento, maduración y tamaño del fruto. Al analizar el contenido radicular se determinó donde instalar las laterales y cuantos aspersores poner por árbol. Este estudio permitió determinar la zona ideal para fertilizar y donde agregar los sensores para medir la humedad del suelo. Al aplicar agua en todo el contorno del árbol se apreció un retraso en la producción y se evitó la caída de mangos prematuros.

PALABRAS CLAVE: Micro aspersores, mango

Haden, calidad, rendimiento, dendrómetro, contenido radicular.

ABSTRACT: Mexico is the first mango exporter worldwide and produces high quality fruit. A vegetable garden of the Haden variety is watered by means of an automatic micro-sprinkling system placed between the rows of trees. Groups of micro-sprinklers were placed at the ends of the corona de árbol and el riego were applied every day for periods of half an hour. The study analyzed the effect of watering each tree with 2, 3 or 4 micro-sprinklers, obtaining the performance, firmness, content of soluble solids, acidity and fruit weight per tree. When the trees did not have the same morphology and biological characteristics, there were changes in the yield, maturity and size of the fruit. To analyze the root content, it was determined where to install the laterals and how many sprinklers could be put by tree. This study made it possible to determine the ideal area to fertilize and where to add sensors to measure soil moisture. When applying water to the entire contour of the tree, a delay in production was appreciated and the fall of premature sleeves was avoided.

KEYWORDS: Micro sprinklers, Haden hose, heat, yield, dendrometer, root content.

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica L.*) fue la sexta fruta más producida a nivel mundial en el 2019 con 56 millones de toneladas por año (FAOSTAT, 2021). México con una producción

de 8.98 TM ha⁻¹ está haciendo un buen trabajo para aumentar la demanda de productos de exportación que incluyen las variedades Kent, Keitt, Haden y Ataulfo utilizando prácticas orgánicas con más de 110,000 agricultores.

En la actualidad la agricultura consume el 70% del agua dulce disponible y el desafío consiste en producir la misma cantidad de fruta utilizando menos agua. El riego deficitario (DI) ha sido utilizado ampliamente en España en diversas huertas de mango entre ellas las de variedad Gomera-1 (Lipan et al., 2021), así como el riego deficitario regulado (RDI) y el riego parcial de la zona radicular (PRD). Spreer et al. (2009) informaron que los mangos cultivados en condiciones de RDI aumentaron los sólidos solubles totales (SST) después de 6 días de maduración. El rendimiento, peso del fruto, número de frutos por árbol, y firmeza del fruto aumentaron con riegos correspondientes a un 100% ET (evapotranspiración) en comparación con riegos deficitario del 75 y 50 % ET (Aly et al., 2018).

El período de fructificación es muy sensible al estrés hídrico, siendo crítico durante las primeras seis semanas. Con un buen manejo del agua se puede garantizar un alto rendimiento y una excelente calidad. La calidad se ve afectada por cambios en las condiciones ambientales durante la maduración y almacenamiento, mostrando variaciones en el contenido de sólidos solubles totales (SST), pH, contenido de carotenoides y relación entre azúcares y ácidos (Moomin et al., 2021). Los mangos Haden tratados con hidrotermicos mantuvieron buen aroma y sabor amargo cuando la fruta está muy firme. Al ablandarse los mangos Haden desarrollaron mayor dulzura y jugo, pero disminuyeron en su acidez (Nassur et al. 2015).

En períodos donde la lluvia escasea los productores se han visto en la necesidad de adquirir sistemas automatizados de riego que controlen la cantidad de agua aplicada. El riego por micro aspersion reduce el consumo de agua y aumenta los rendimientos de la cosecha (Wei et al., 2017). Este sistema de aplicación de agua nebulizada es efectivo, pero su distribución no siempre es uniforme, habiendo muchas variables que la afectan (Koumanov et al., 2005). La cantidad de micro-aspersores colocados por árbol proporcionan un riego deficitario (RDI). Esta investigación determina la producción, tamaño y peso de los mangos al aplicar riego con diversos micro-aspersores en la periferia del árbol. Un análisis de la raíz permite conocer la zona donde debe regarse.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el año de 2020 en una huerta de mango localizada en Loma Bonita, Guerrero (17° 25' 47" N, -101° 11' 19" W, 17 m ASL). El suelo de la huerta es franco arcilloso y se seleccionaron 40 árboles de 35 años de edad variedad 'Haden' dispuestos en 4 hileras. El manejo de los árboles incluyó prácticas convencionales de poda, riego y fertilización. El sistema automático considerado para el experimento fue uno que utiliza micro-aspersores de 120 L h⁻¹ y que funciona con bajos rangos de presión (1-3 kg

cm²).

El experimento consta de 4 grupos con diferente riego cada uno; en tres de ellos se emplearon micro-aspersores y el control utilizó una manguera para mojar superficialmente todo el suelo debajo de la periferia del árbol. Los micro-aspersores están unidos mediante un tubín a las tuberías laterales situadas en la periferia de las coronas de los arboles (Figura 1a). Cada rociador se monta sobre una estaca de soporte a 25–30 cm de altura (Figura 1 c), con la finalidad de que el agua nebulizada se desplace y cubra la máxima área de riego (radio de 1.5 m).

Cada tratamiento con micro-aspersores consta de diez árboles, y difiere en el número de micro-aspersores por árbol y su posicionamiento. Los arboles del primer experimento (EXP1) presentan cuatro micro-aspersores en su periferia. En la periferia de los árboles de los experimentos 2 y 3 (EXP2 y EXP 3) se colocaron tres y dos micro-aspersores de 120 L h⁻¹, respectivamente (Figura 1 a). En los experimentos EXP1, EXP 2, EXP 3, se aplicó agua por media hora cada 2 días, recibiendo cada árbol 200, 150 y 100 litros, respectivamente. El control utilizó riego con manguera y suministra 300 litros cada 2 días a cada uno de los diez árboles. El comportamiento del agua en el tronco de un árbol se monitoreó con un dendrómetro el cual comprende un sensor de posicionamiento lineal que utiliza un potenciómetro resistivo de 5 kΩ. El émbolo desplazable del potenciómetro mide los desplazamientos tangenciales con una resolución de 2.5 micras. La humedad del suelo se midió mediante sensores capacitivos de suelo (PAGOW) colocados a una profundidad de 20 y 40 cm. El sensor del dendrómetro se fijó en ramas con un diámetro menor por medio de una abrazadera.

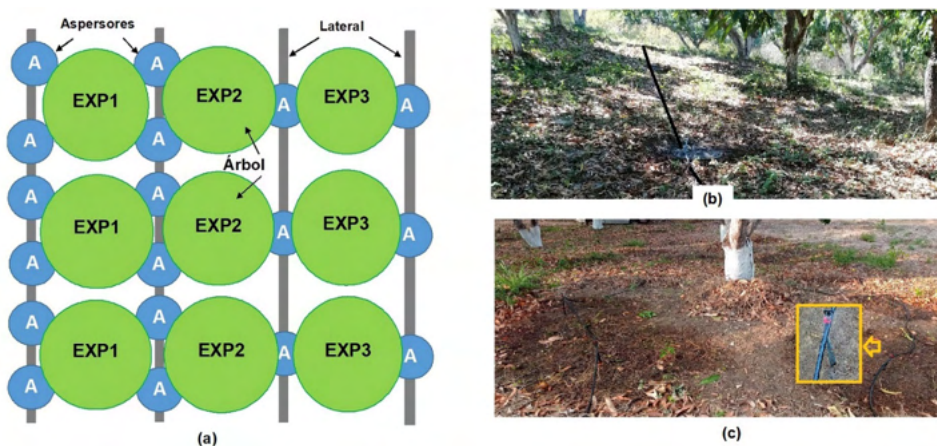


Figura 1. Mangueras laterales (a) con diferentes cantidades de micro-aspersores para cada experimento, (b) entre arboles; y (c) con micro-aspersores colocados alrededor del árbol.

En cada experimento se contó el número de días después del cuajado (DDC) de

los frutos, correspondiente al periodo entre la aparición del fruto (tamaño alfiler) después de la floración hasta su cosecha. La cantidad de frutos sazones por árbol se contaron el primero y quince de julio del 2020. Al cortarlos se midió la longitud y el peso de cada fruto, para calcular el rendimiento por árbol. La firmeza se midió mediante un analizador de textura (modelo TA + HDi, StableMicro Systems, Reino Unido) equipado con una celda de carga de 50 kg y una sonda de acero inoxidable de 2 mm de diámetro (Jha et al., 2010). La firmeza (N) se midió un día después del corte en 20 frutos escogidos al azar por tratamiento. El contenido de sólidos solubles totales (SST) expresado en Grados Brix se obtuvo con un refractómetro digital portátil (mod HI96801, Hanna Instruments, USA). La acidez triturable se determinó por el método AOAC 942.15 y el pH mediante el método AOAC 981.12/90 (AOAC, 1990). Veinte mangos por tratamiento fueron utilizados para obtener estas mediciones. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete SAS.

Una vez terminado el experimento se escogieron dos árboles al azar y se extrajo la tierra con cuidado desde el tronco hasta el contorno del árbol. Una cuadrícula de 0.3 m x 0.3 m se usó como contorno para sacar fotos con un celular. Los datos fueron procesados y segmentados mediante el programa Fiji basado en el ImageJ para contar las ramificaciones y longitud de las raíces. Fiji es un software de código abierto para introducir a ImageJ nuevos algoritmos para el análisis de imágenes biológicas (Schindelin et al., 2012).

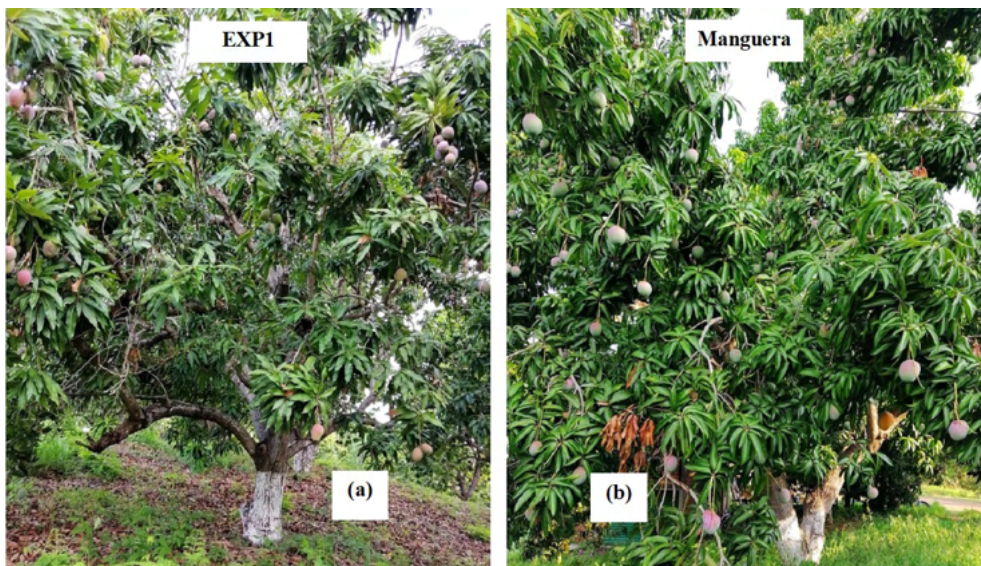


Figura 2. Mangos en el árbol usando riego (a) con cuatro micro-aspersores (EXP1) y (b) con manguera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los árboles regados con manguera (Figura 2 b) produjeron una mayor cantidad de

mangos y de mayor tamaño (Cuadro 1) que los cosechados a partir de árboles regados con cuatro micro aspersores (Figura 2 a). El aumento en el rendimiento de fruta con el riego se debe a una menor caída de fruta (Spreer et al., 2009). El área inundada por la manguera debajo del dosel es de 62 m² ($\pi \cdot 4.5\text{m}^2$), mientras que la región regada por los cuatro micro-aspersores cubre 28.2 m² ($4 \cdot \pi \cdot 1.5\text{m}^2$), lo cual corresponde a un riego deficitario del 45%. Este último riego no es uniforme ya que hay zonas que no se mojan. En un trabajo con mangos Kent, se midió con sensores la humedad del suelo y con dendrómetros la expansión-contracción de las ramas (Hahn, 2021). Las ramas arriba de las zonas rociadas (húmedas) presentaron un buen rendimiento de frutos y tuvieron contracciones-expansiones con dendrómetros de 0.12±0.02 mm por día. El crecimiento diario de las ramas sobre la zona sin humedad en el suelo fue de la mitad y el tronco proporcionaba carbohidratos y agua.

En el Cuadro 1 muestra la productividad y tamaño de frutos para cada opción de riego (manguera y DI-aspersión). Los arboles con menos aspersores (EXP3) produjeron un 80% menos de mangos. En la comercialización de mango a Europa, el peso de la fruta no debe ser menor a 200 g (Kader, 2008). Los mangos son clasificados de acuerdo a su peso en tres categorías: A (200-350 g); B (351-550 g) y C de 551 a 800 gramos. Los comerciantes de fruta nacional en México consideran fruta de primera calidad la superior a 450 g y la regular entre 350 y 450 g. Únicamente fruta de primera calidad se obtuvo a partir de árboles regados con manguera, y los mangos cosechados a partir de los experimentos EXP2 y EXP3 no estaban dentro de los límites considerados para su comercialización. La cantidad de mangos en los experimentos 2 y 3 fue igual, aunque el tamaño del fruto fue 13.7% mayor en el de los tres aspersores (Cuadro 1).

	Productividad		Frutos		
	(Kg árbol ⁻¹)	Long (cm)	Peso (g)	Cantidad 1/07/2020	Cantidad 15/07/2020
EXP 1	25.9±3.2 ^a	8±1.5 ^a	370±11.8 ^a	20±5 ^a	45±5 ^a
EXP 2	16.5±3.2 ^a	7.5±1.1 ^b	323±7.8 ^a	18±4 ^a	33±9 ^b
EXP 3	11.2±3.2 ^a	7.2±0.7 ^{ab}	282±8.8 ^a	8±3 ^b	34±8 ^{ab}
CONTROL	57.1±10.2 ^b	12.4±0.7 ^c	580±14.2 ^b	5±3 ^b	90±8 ^c

Valores con la misma letra dentro la misma columna son estadísticamente iguales bajo la prueba Tukey (P≤0.05).

Cuadro 1. Productividad por árbol, longitud y peso promedio por fruto y cantidad cosechada el primero y 15 de julio del 2020.

Existe una correlación negativa entre el número de frutos en el árbol y el peso medio de los frutos (Cuadro 1). La relación entre longitud y el diámetro de la fruta son similares para los diferentes tratamientos durante el desarrollo de la fruta (Lipan et al., 2021). La sequía induce la caída de fruta en la etapa tardía y la reducción de masa en la fruta a través

de la disminución del tamaño y el número de células (Singh, 2005).

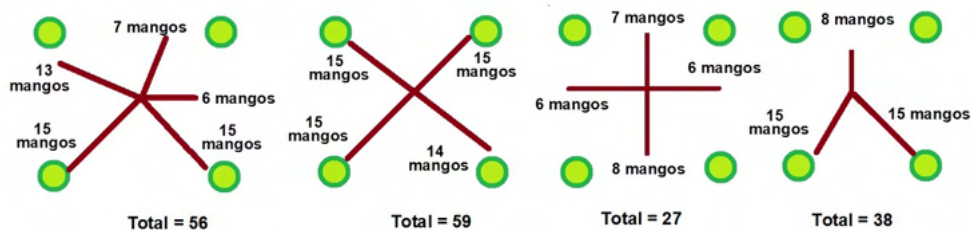


Figura 3. Productividad de mangos por rama con cuatro aspersores y diferentes topologías de árbol.

En un sistema de riego automatizado es casi imposible poner todas las mangueras de acuerdo a la topología particular de cada árbol. La productividad de acuerdo a la posición del árbol con respecto al punto de aplicación de agua se muestra en la Figura 3. En el momento que las ramas del árbol no coinciden con la zona de riego, la productividad disminuye. Por ejemplo, 59 frutos se cosecharon en el árbol donde las cuatro ramas coinciden sobre los aspersores; esto representa más del doble de los mangos (27) cosechados cuando no coinciden.

	DDC(días)	Firmeza (N)	SST (° Brix)	Acidez (g)	pH
EXP 1	112	32.2±1.8 ^a	17.8±0.3 ^a	0.32±0.01 ^a	4.2±0.1 ^a
EXP 2	112	36.5±0.3 ^a	18.3±0.1 ^b	0.39±0.01 ^a	4.8±0.1 ^a
EXP 3	112	36.4±0.5 ^{ab}	18.4±0.3 ^{ab}	0.45±0.01 ^a	5.1±0.1 ^a
CONTROL	125	34.4±1.9 ^{ab}	16.2±0.8 ^a	0.48±0.01 ^a	3.7±0.1 ^a

DDC: Días después cuajado; Valores con la misma letra dentro la misma columna son estadísticamente iguales bajo la prueba Tukey ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Firmeza, SST, acidez, pH de la pulpa y días después de que la fruta cuajó para cada tratamiento de riego.

Al igual que con el rendimiento, el riego influyó en la calidad de los frutos. La firmeza de la cascara no varió mucho al primer día (Cuadro 2), pero la mayor firmeza se obtuvo en los frutos con menor cantidad de agua que correspondían a los árboles regados con 3 y 2 aspersores (EXP2 y EXP3). La fruta con menos SST fue la que más agua recibió y la más dulce la de EXP3 (Cuadro 2), siendo similar al mango niño Ataulfo, el cual es más dulce y más pequeño. Esto corresponde con los resultados obtenidos en mango Osteen (Zuazo et al. 2011), donde había una mayor acumulación de azúcares en frutos que recibían una menor cantidad de agua. El pH mostró una mayor acidez en frutos con un riego de 100% ET, tendiendo a un valor de 5.1 en el EXP3. En cuanto a la acidez esta fue mayor con el

riego con manguera y menor en el EXP2, tal como está reportado por Durán-Zuazo et al. (2021). No obstante, Aly et al. (2018) trabajaron con mangos Keitt y obtuvieron valores de SST y acidez más grande al aplicar mayor cantidad de agua.

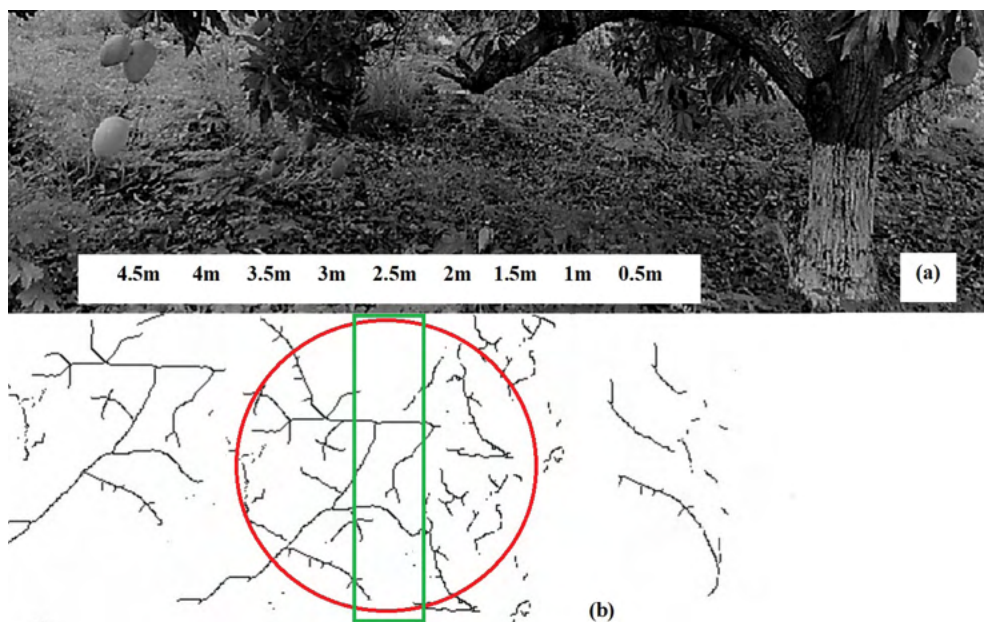


Figura 4. Árbol de mango con (a) hojas y frutos a lo largo de la rama, y (b) concentración radicular fina a 10 cm de profundidad.

En el suelo por debajo del dosel están enterradas y desparramadas las raíces finas del árbol entre 0.5 y 5 m (Figura 4 a) a partir del tronco. Estas raíces cuyo diámetro varía entre 0.55 y 2.05 mm son las que más contribuyen en la absorción de agua y nutrientes. Las raíces finas presentan el 9% del contenido radicular en el primer metro longitudinal desde el tronco (Figura 4 b). La mayor concentración radicular (76%) se encuentra en la zona localizada entre 2 y 3.5 m del tronco. La zona regada por los micro-aspersores contiene un 15% de contenido radicular. Estas raíces finas representan el 75% en la zona donde no hay humedad y del 80.5% para la zona con humedad alrededor de los aspersores tal como reportaron Santos et al. (2014). En las zonas sin riego el contenido radicular disminuyó y algunas raíces murieron como consecuencia del estrés hídrico del suelo. Al encontrar la mayor concentración radicular a una distancia de 2.5 m del tronco, este representa el lugar donde debe ponerse el sensor de medición de humedad en el suelo. El suelo tiene una capa de tepetate a 60 cm de profundidad, lo que dificulta la penetración de las raíces finas. Al desarrollarse las raíces con mayor densidad entre 2 y 3 m se recomienda aplicar los fertilizantes (cuadro verde) en una zanja de 20 cm de profundidad en el suelo (Figura 4 b). El círculo con línea roja muestra la zona que mojaría el micro-aspersor propiamente

colocado. Las laterales deben de pasar a 2.5 m del tronco y tener tres aspersores en cada mitad del dosel. Esto asegura que toda el área donde haya contenido radicular esté húmeda.

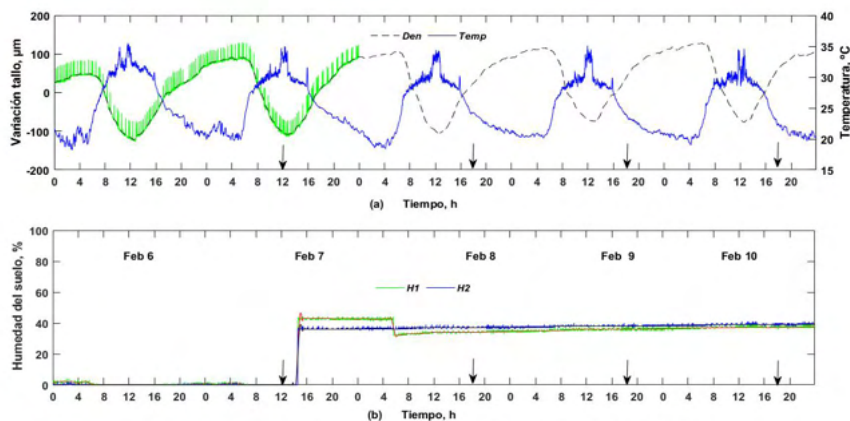


Figura 5. Mediciones (a) con el dendrómetro y DH22, (b) con los sensores de humedad

A dos metros y medio del tronco del árbol se colocaron los sensores de humedad del suelo y el dendrómetro se colocó en una de las ramas superiores debido al grosor del tronco principal. Todos los días se regó a las 18:00 horas donde aparece una flecha excepto los días 6 y 7 de febrero, para evitar la evaporación del agua en el cajete del árbol. Los sensores de humedad del suelo (H1 y H2) marcaron cero cuando no se aplicó riego por un mes (Fig 5 b). No obstante, se aprecian expansiones y contracciones en el dendrómetro pues el árbol esta vivo. Las mediciones del dendrómetro presentaron ruido, pero fueron eliminados mediante el uso de un filtro pasa bajas a la salida del sensor. Los ruidos los podemos ver durante los días 6 y 7 de febrero (Figura 5 a). En toda la curva se aprecia una contracción que llega hasta un mínimo a las 12:50 horas, período durante el cual la fotosíntesis maximiza, volviendo a subir hasta las 4:00 de la madrugada. La temperatura máxima (Figura 5 a) llega hasta 35° C de 12 a 13 horas. En todos los días se ven variaciones de contracción y expansión, pero a partir del 8 de febrero hay un incremento mayor del valor máximo del ancho del tronco con respecto al del día anterior, lo cual representa su crecimiento.

CONCLUSIONES

El estudio permite concluir que el mejor rendimiento y calidad se obtuvo con riego del 100% ET y de forma homogénea debajo del área delimitada bajo el dosel. Al utilizar el riego deficitario y sin cubrir toda el área con los aspersores se obtuvieron mangos de

bajo tamaño y menor calidad. En aplicaciones de riego deficitario con micro-aspersores se presenta un diferente rendimiento de acuerdo a la topología del árbol. Asimismo, la cantidad de aspersores por árbol tiene un efecto en el tamaño, cantidad y tiempo de maduración. Los arboles regados con menos micro-aspersores produjeron mangos pequeños, con alto SST, acidez y pH. Al estar el mayor contenido radicular a 2.5 m del tronco es necesario centrar allí la lateral, el micro-aspersor y aplicar en esa región los fertilizantes.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer a otros compañeros, a Luis Lombera y a la DGIP (Universidad Autónoma Chapingo) que hizo posible el trabajo con el proyecto 22007-DTT-65.

REFERENCIAS

Aly, M. A. M., Abdel-Nasser, G., Ismaeil, A. A. & Bayoumi, G.F.M. (2018). Effect of Different Irrigation Levels on Growth, Yield and Fruit Quality of Mango cv. Keitt Grown Under Screen House. *Journal of the Advances in Agricultural Researches*. Vol. 23 (1), 148-167.

A.O.A.C. Official method of analysis. (1990) Association of Official Analytical Chemistry. (16th ed), Edited by Hoorwitz, N., P. Chialo, y H. Reynold, Washington, USA. <https://www.aoac.org/about-aoac-international/>

Durán Zuazo, V.H., Franco, T.D., R.B., Gálvez, R.B., Cermeño, S.P., Cuadros, T.S., & García, T.I.F. (2021): Mango fruit quality improvements in response to water stress: implications for adaptation under environmental constraints. *Hort. Sci. (Prague)*, 48: 1–11. 10.17221/45/2020-HORTSCI

Hahn, F. (2021). Soil moisture and dendrometer sampling of Kent trees irrigated with micro-sprinklers. *Am J Biomed Sci & Res*, 13(6), 697-700. 10.34297/AJBSR.2021.13.001940.

Jha, S.N., Narsaiah, K., Sharma, A.D., Singh, M., Bansal, S. & Kumar, R. (2010). Quality parameters of mango and potential of non-destructive techniques for their measurement – a review. *J Food Sci Technol.*, 47(1),1–14. 10.1007/s13197-010-0004-6.

Kader, A. (2008). Mango quality attributes and grade standards: a review of available information and identification of future research needs. https://www.mango.org/wp-content/uploads/2018/03/Mango_Grade_Standards_Final_Report_Spn.pdf.

Koumanov, K., Hopmans, J. & Schwankl, L. (2005). Spatial and temporal distribution of root water uptake of an almond tree under microsprinkler irrigation. *Irrigation Science*, 24, 267-278.

Lipan, L., Carbonell, A.A., Cárceles, B., Durán, V.H., Franco, D., García, I.F., Gálvez, B.; Cuadros, S., Muelas, R., Sendra, E., Carbonell, Á.A. & Hernández, F. (2021). Can Sustained Deficit Irrigation Save Water and Meet the Quality Characteristics of Mango? *Agriculture*, 11, 448. 10.3390/agriculture11050448.

Moomin, A., Abbey, L., & Amey, N. (2021). Relation of harvesting time on physicochemical properties of Haden, Kent, Palmer and Keitt mango varieties for export and local. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 4(1), 87-100. 10.22077/jhpr.2020.3170.1126.

Nassur, R.C., González-Moscoso, S., Crisosto, G., Lima, L.C., Boas, E.V., & Crisosto, C. (2015). Describing Quality and Sensory Attributes of 3 Mango (*Mangifera indica* L.) Cultivars at 3 Ripeness Stages Based on Firmness. *Journal of food science*, 80(9), S2055-63. 10.1111/1750-3841.12989.

Santos, M., Mauro, A., Donato, S. & Coelho, E. (2014). Fruit yield and root system distribution of 'Tommy Atkins' mango under different irrigation regimes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(4), 362-369. 10.1590/S1415-43662014000400002.

Schindelin, J., Arganda, I., Frise, E., Kaynig, V., Longair, M., Pietzsch, T., Preibisch, S., Rueden, C., Saalfeld, S., Schmid, B., Tinevez, J., White, D., Hartenstein, V., Eliceiri, K., Tomancak, P. & Cardona, A. (2012). Fiji: An Open-Source Platform for Biological-Image Analysis. *Nature methods*, 9, 676-82. 10.1038/nmeth.2019.

Singh, Z. (2005). Embryo abortion in relation to fruit size, quality, and concentrations of nutrients in skin and pulp of mango. *Journal Plant Nutrition*, 28, 1723–1737. 10.1080/01904160500250771.

Spreer, W., Ongprasert, S., Hegele, M., Wünsche, J. N. & Müller, J. (2009). Yield and fruit development in mango (*Mangifera indica*, L., cv. *Chok Anan*) under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 96, 574-584. 10.1016/j.agwat.2008.09.020.

Wei, J., Liu, G., Liu, D. & Chen, Y. (2017). Influence of irrigation during the growth stage on yield and quality in mango (*Mangifera indica* L.). *PLoS ONE*, 12(4), e0174498. 10.1371/journal.pone.0174498.

Zuazo, V.H., Pleguezuelo, C.R., & Tarifa, D.F. (2011). Impact of sustained-deficit irrigation on tree growth, mineral nutrition, fruit yield and quality of mango in Spain. *Fruits*, 66, 257-268. 10.1051/fruits/2011038.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorción 24, 28, 34

Alimento 28, 30, 201, 202, 209

Anaerobia 63, 64, 66, 77

Análise 36, 39, 40, 41, 44, 47, 49, 50, 53, 56, 57, 60, 62, 162, 165, 169, 172, 173, 191, 195, 199, 201, 205, 210

Automatización 1, 2, 7, 11

B

Begomovirus 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157

Biodigestión 63

Biorreactores 1, 2, 3

Blockchain 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213

C

Cadeia produtiva 201, 203

Características morfológicas 58, 191, 192

Controle biológico 115, 116, 129, 130, 214, 216, 219, 221, 223

Costos de producción agrícola 80

Covid-19 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107

Crecimiento 35, 36, 37, 39, 40, 41, 46, 47, 50, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 167, 170, 206, 211, 287

Cucurbitáceas 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156

Cultivo de tejidos 1

D

Dendrómetro 14, 16, 21

Desglose 80, 91

Drosófila-da-asa-manchada (DAM) 115, 129, 130, 214, 215

E

Estudos 170, 192, 195, 199, 201, 203, 205, 206, 208, 210, 211, 212, 218, 219, 220, 221, 222

I

Innovación 1, 78, 247, 254, 256, 257, 258, 259, 265, 267, 270, 272, 273, 274

L

Latinoamérica 63, 64, 76, 276

Limpieza de biogás 64

Luminosidade 36, 43, 53, 55

M

Malezas 109, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156

Metodología basada en casos 80

Micro aspersores 14, 18

Micropropagación 1, 2, 12

Modelagem 209

O

Oligonucleótidos 149, 151, 185

P

Pets 182

Precisão 39, 164

R

Rastreabilidade 162, 163, 201, 202, 203, 204, 205, 209, 210, 211, 212

S

Solos 105, 165, 169, 193, 286, 290, 292

Soma térmica 36, 40, 41, 46, 131, 132

T

Técnicacon 80

Tecnologia 172, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 209, 210, 211, 212

Tempo 53, 57, 58, 129, 138, 142, 143, 144, 145, 146, 209, 210, 211, 222, 286

Temporary workers 94, 95

V

Valorização 204

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2


Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Investigación, tecnología e innovación
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

2


Ano 2022